



Bericht Erich Malacek

# Stromerzeugung

## Teil 2

Der zweite Teil beschäftigt sich mit der Neuerrichtung und dem Ausbau der erneuerbaren Energie bis 2030 in folgenden Bereichen:

Woher kommt unser Strom?

Wasserkraft



Windkraft



Photovoltaik



Strom aus Biomasse



Atomkraft



Quelle:





Bericht Erich Malacek

# Stromerzeugung

## Woher kommt unser Strom?



Österreich importiert

**1 626,4 MW**

Strom\*



Zeit: 04 11 2022 12:45 bis 13:00

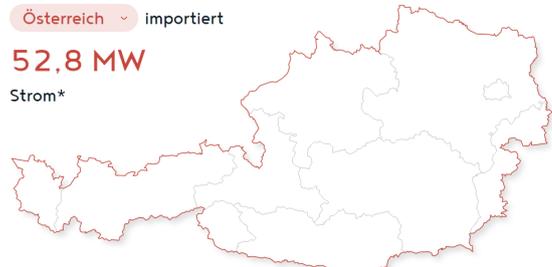


Österreich importiert

**52,8 MW**

Strom\*

Zeit: 04 11 2022 12:45 bis 13:00



Jedes österreichische Bundesland hat seine Kraftwerke und sein Stromnetz. Auch dort müssen sich Erzeugung und Verbrauch in jeder Sekunde die Waage halten. Erzeugungs- und Verbraucherstrukturen in den Bundesländern sorgen aber für Überschüsse im einen und Defizite im andern. Ein Beispiel: Die burgenländische Windkraft kann an windstarken Tagen ein Vielfaches seines gesamten Stromverbrauchs decken. Das APG-Netz ist das starke Rückgrat, das den überschüssigen Strom in die anderen Bundesländer bringt.



Bericht Erich Malacek

## Die Stromversorgung in Österreich

Österreich ist im internationalen Vergleich Vorreiter bei der Nutzung erneuerbarer Energiequellen. So werden derzeit bereits **mehr als 81 Prozent (2020) des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen** gewonnen. Dadurch ist Österreich eines der CO<sub>2</sub>-effizientesten EU-Länder, trotz des Verzichtes auf Kernenergie.

Aufgrund seiner topographischen Lage verfügt Österreich über die beiden wesentlichen erneuerbaren Energiequellen Wasserkraft und biogene Brenn- und Treibstoffe. Diese beiden erneuerbaren Energiequellen machen den größten Anteil der inländischen Primärenergieproduktion aus, wobei der Anteil der Wasserkraft tendenziell leicht rückläufig und der Anteil der Biomasse im Steigen begriffen ist. Auch andere erneuerbare Energien, insbesondere die Nutzung von Umgebungswärme im Rahmen von Wärmepumpen und die Primärenergiegewinnung aus Wind und Photovoltaik, nehmen kontinuierlich und deutlich zu.

**Die Verbund AG ist Österreichs größtes Elektrizitätsversorgungsunternehmen.**

Die Verbund AG **deckt über 40 Prozent** des österreichischen Strombedarfs und gewinnt **90 Prozent ihrer Erzeugung aus Wasserkraft**. Zudem besitzt und betreibt der Konzern über das 100-%-Tochterunternehmen Austrian **Power Grid (APG)** das überregionale Stromnetz in Österreich. Seit 2009 betreibt VERBUND auch in Bayern Kraftwerke.

Die Verbund AG besitzt derzeit 124 Kraftwerke, darunter 110 Wasserkraftwerke, 9 Wärmekraftwerke (davon derzeit 3 in Betrieb), 4 Windparks und 2 Solarkraftwerke in und außerhalb von Österreich

Von **den 10 Donaukraftwerken gehören 8 dem Verbund**. Das E-Werk Jochenstein ist im Besitz der Donaukraftwerk Jochenstein AG und wird von der Grenzkraftwerke GmbH betrieben. Das Kleinkraftwerk Nussdorf liegt beim Einlaufwehr des Donaukanals und wird von einer eigenen Betriebsgesellschaft (AHP, Wien Energie, EVN) betrieben.

### Die größten Elektrizitätsversorgungsunternehmen (31.12.2019):

Verbund AG	mit	2,84 Mrd. Euro Umsatz,
EVN AG		
mit evn naturkraft	mit	2,10 Mrd. Euro Umsatz,
Wien Energie GmbH	mit	1,677 Mrd. Euro Umsatz,
Energie AG Oberösterreich	mit	1,530 Mrd. Euro Umsatz,
Kelag	mit	1,30 Mrd. Euro Umsatz,
Tiroler Wasserkraft AG	mit	1,13 Mrd. Euro Umsatz,
Salzburg AG	mit	1,06 Mrd. Euro Umsatz,

Durch den Umstieg von Kohle, Öl und Gas auf erneuerbare Energien wächst der Strombedarf in Europa in Zukunft kontinuierlich an. Auch wenn der Energieverbrauch in Summe durch Effizienzsteigerung und Einsparung weniger wird, wird der Stromverbrauch zunehmen, weil andere Bereiche wie z. B. der Transportbereich mit Strom versorgt werden müssen.

**Einer der Fehler, den die meisten Befürworter der Energiewende machen**, ist es, alle erneuerbaren Energiequellen in einen Topf zu werfen, anstatt sie differenziert zu betrachten. Aber erneuerbar sei nicht gleich erneuerbar. Mit Wasserkraft- und Biogasanlagen lasse sich Strom weitgehend nach den Bedürfnissen der Verbraucher bereitstellen, Windkraft- und Solaranlagen dagegen seien aus physikalischen Gründen dazu nicht in der Lage. Ein weiterer Zubau von Wasserkraftwerken ist geologisch und meteorologisch begrenzt.

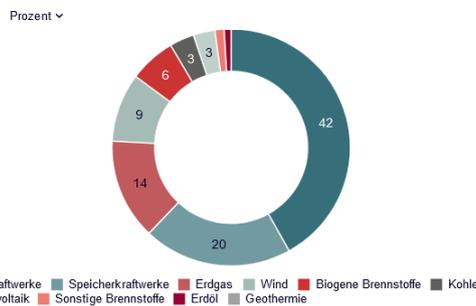


Bericht Erich Malacek

## Im Jahr 2019 wurden innerhalb Österreichs rund 71,8 Terawattstunden (1 TWh = 1 Milliarde Kilowattstunden) Strom verbraucht.

### Stromerzeugung 2020

Erneuerbare dominieren Strommix: 81% der gesamten Stromerzeugung in Österreich stammten 2020 aus erneuerbaren Quellen. Der Erneuerbaren-Anteil ist somit weiter gestiegen.



Nur mehr knapp 75 % Grünstromquote aufgrund schlechter Wasserführung.

Die Lage hat sich im Vergleich zum Sommer 2021 deutlich geändert: Im September lieferten die Laufwasserkraftwerke hierzulande nur mehr 2.146 Gigawattstunden (GWh) an nachhaltigem Strom (im August waren es 3.223 GWh). Weiterhin auf eher niedrigem Niveau befand sich auch die Erzeugung aus Windkraft mit 370 GWh.

### Strom Import/Export in Österreich seit Anfang 2020

Österreich war im September 2021 stark von Stromimporten abhängig. Noch im Sommer bescherte uns die ausgesprochen gute Wasserführung hierzulande beinahe 100 Prozent Strom aus klimafreundlichen Energiequellen sowie einen deutlichen Exportüberschuss. Im September lag die Importquote hingegen bei rund 26 Prozent.

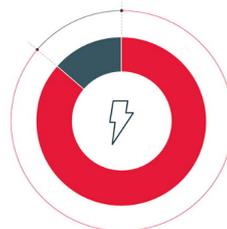
Die Energieversorgung in Österreich

#### Tage mit Redispatch im Vergleichszeitraum September

Mittlerweile ergreift APG fast täglich die Sicherheitsmaßnahme Redispatch (RD), damit die Stromversorgung auch dann funktioniert, wenn es eng wird. Allein im Jahr 2020 musste an 261 Tagen ins Stromnetz eingegriffen werden, um Schwankungen im Stromnetz auszugleichen. 2021 war bereits an 165 Tagen ein Eingriff notwendig. Klimatische Rahmenbedingungen und die Einführung der Strompreiszone zwischen Ö und DE im Oktober 2018 haben den RD-Anstieg zwar gedämpft, eines ist aber klar: Die Energiewende schreitet voran, der Netzausbau hinkt hinterher und Redispatch bleibt unerlässlich.

#### Redispatch-Kosten in der APG im Jahresvergleich 2011-2021

Ein leistungsstarkes Stromnetz mit ausreichenden Kapazitäten würde den RD-Bedarf deutlich verringern und die Kosten reduzieren. Österreichweit fehlende oder noch in Bau befindliche Stromleitungen wie z.B. in Salzburg (siehe APG-Netzentwicklungsplan) haben die Stromkunden hierzulande 2020 monatlich rund 11 Millionen Euro gekostet.



#### Struktur Redispatch-Maßnahmen

Stromerzeugung aus Wind und Sonne ist schwer planbar, jene eines Wärmekraftwerks (z. B. Gaskraftwerk) hingegen punktgenau einsatzfähig. Neben Speicherkraftwerken in Westösterreich sind Wärmekraftwerke im Osten des Landes unerlässlich zur Vermeidung von Netzengpässen, weil sie sich für RD eignen.

Rund 82% der bisherigen RD-Maßnahmen 2021 gehen auf den Einsatz von Wärmekraftwerken zurück. Deren Verfügbarkeit ist jedoch aufgrund aktuell niedriger Marktpreise gefährdet. APG entwickelt daher als Ergänzung zum RD neue digitale Produkte und Dienstleistungen, die in Zukunft mehr Flexibilität und damit höhere Versorgungssicherheit ins Stromsystem bringen.



## Atomkraft

Bericht Erich Malacek

**13 noch laufende Atomkraftwerke liegen in unmittelbarer Nähe rund um Österreich**, insgesamt gibt es in **17 Ländern Europas noch 73** Atomkraftwerke im Betrieb und 14 Reaktorblöcke sind im Bau.

Auch wenn wir bei uns keine Atomkraftwerk in Betrieb haben, stellt jedes einzelne in Österreichs Umgebung ein Risiko dar, denn Radioaktivität kennt keine Landesgrenzen. Beim Klimagipfel 2021 hat sich wieder gezeigt, dass die Atomlobby fest am Ausbau der Atomkraft hält. Darunter auch der französische Präsident Emmanuel Macron der die Nuklearkraft als „Klimaretter“ auch noch forcieren will. In Zukunft soll hier eine neue Technologie eingesetzt werden welche gefahrlos ist und keine der heutigen Probleme in der Entsorgung der Brennelemente hat.



Frankreich erneuert sein Bekenntnis zur Atomkraft, der wichtigsten Energiequelle des Landes. Präsident Emmanuel Macron kündigte am Dienstag über eine Milliarde Euro für den Bau kleiner Atomkraftwerke und zur Entwicklung neuer Technologien für den Umgang mit Atom Müll an. Es ist das erste Mal seit Jahren, dass Frankreich erhebliche Investitionen in Aussicht stellt. Die Atomindustrie sei „ein Glück für das Land“, sagte Macron am Dienstag in seiner Rede vor Unternehmen und Studierenden im Elysee-Palast. Sie ermögliche es Frankreich, „zu den europäischen Ländern zu zählen, die am wenigsten CO2 bei der Stromproduktion ausstoßen“.

Doch nicht nur der Klimaaspekt, sondern auch die Unabhängigkeit von Gas oder Kohle aus anderen Staaten sind in der französischen Atomkraftdebatte immer wieder ein gewichtiges Argument. Befürworter verweisen stets auch auf die im europäischen Vergleich niedrigen Strompreise – gerade angesichts der aktuellen Preisentwicklung.

Das klare Bekenntnis zur Kernenergie dagegen lässt aufhorchen. Umso mehr, als Macron den Fokus explizit auf Mini-Kraftwerke legte, sogenannte **Small Modular Reactors (SMR)**. Macron hält sie für zukunftsträchtig und sprach von der „Neuerfindung“ der Kernenergie. Die eine Milliarde Euro an staatlicher Förderung sei gut investiertes Geld. Denn gute Ideen dürften nicht an der Finanzierung scheitern.

### Small Modular Reactors (SMR)

Small Modular Reactors SMR, deutsch „kleine modulare Reaktoren“, sind Kernspaltungsreaktoren, die kleiner als herkömmliche Reaktoren sind sowie in einer Fabrik hergestellt und dann an einen Montageort gebracht werden können. Sie sollen einen geringeren Aufwand vor Ort, eine höhere Risiko-Eindämmungseffizienz und eine höhere Sicherheit der verwendeten Kernmaterialien ermöglichen

### Atomkraft als "grüne Investition"?

In Brüssel versucht Frankreich derzeit, Atomkraft als "grüne Investition" anerkennen zu lassen. Die Nuklearenergie trage "erheblich zur Unabhängigkeit unserer Energieproduktion bei", heißt es in einem offenen Brief, den Frankreichs Wirtschaftsminister Bruno Le Maire und Politiker aus neun weiteren EU-Ländern unterzeichneten.

Die Energieversorgung in Österreich



## Atomkraft der Zukunft

Bericht Erich Malacek

### Neue Technologie soll Atomenergie attraktiver und sicherer machen


 Dr. Armin Huke  
President, Chairman of the Board

 Dr. Götz Rupprecht  
Director, Chief Executive Officer

 Dipl.-Phys. Daniel  
Weißbach  
Chief Technical Officer

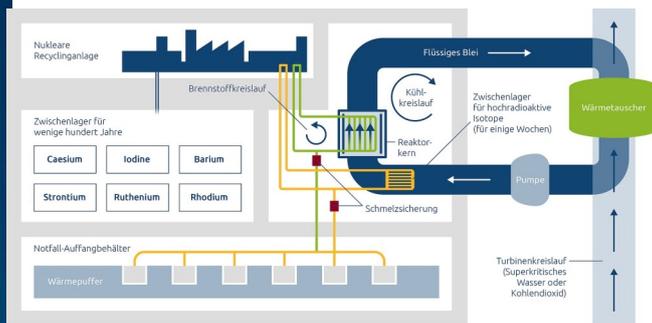
Der **Dual-Fluid-Reaktor** ist ein Kernreaktor-Konzept mit dem Ziel, die Vorteile des **Flüssigsalzreaktors** mit denen metallgekühlter Reaktoren (natriumgekühlter Reaktor, bleigekühlter Reaktor) zu kombinieren. Somit sollen die Nachhaltigkeits-Sicherheits- und Wirtschaftlichkeitsziele der sogenannten „Generation IV“ erreicht werden. Im Dual Fluid Reaktor gibt es keine Brennstäbe, sondern zwei Flüssigkeiten: eine trägt den Brennstoff, die andere führt die Wärme ab.

Der konzipierte Reaktor hat einen **flüssigen Kern und Bleikühlung** (aktuell sieht das Unternehmen Dual Fluid flüssiges Aktinoidenmetall als Brennstoff vor, theoretisch möglich wären auch Chlorsalze). Er soll ein hartes Neutronenspektrum haben und für eine kombinierte **Hochtemperaturwiederaufarbeitung** die fraktionierte Destillation/Rektifikation nutzen. Die Betriebstemperatur des Reaktors **liegt bei 1000 Grad Celsius** – erzeugt durch die Zerfallswärme in den Brennstoffröhren. Das flüssige Blei liefert dann über Wärmetauscher außerhalb des Reaktors den Dampf für die Turbinen, die Strom produzieren – oder auch Prozesswärme für die Wasserstoffgewinnung mittels Hochtemperatur-Elektrolyse.

#### Dual Fluid



Das modulare Modell DF300, das zuerst realisiert werden soll, soll einen Verbrennungszyklus von einigen Jahrzehnten haben. Danach soll der Brennstoff aus dem Reaktor entfernt und in einer eigenen Recyclinganlage so aufbereitet werden, dass die noch nutzbaren Stoffe einen neuen Verbrennungszyklus durchlaufen können. Größere Dual-Fluid-Modelle sollen über eine integrierte Recyclinganlage verfügen, die den Brennstoff permanent on-site aufbereitet. In beiden Fällen sollen nur Spaltprodukte übrigbleiben, die innerhalb von 300 Jahren auf eine Radiotoxizität unterhalb der von Naturan abklingen (s. StandAG, Physikalischer Hintergrund), sodass ein geologisches Endlager nicht notwendig sei.



Das Unternehmen bewirbt das Konzept mit herausragenden Sicherheitseigenschaften, niedrigen Kosten sowie der Fähigkeit, Transuranabfall oder abgebrannten Brennstoff aus Leichtwasserreaktoren in kurzen Zeiträumen energetisch zu verwerten (Transmutation).

Als Brutreaktor soll der Dual-Fluid-Reaktor, anders als herkömmliche Leichtwasserreaktoren (LWR), nicht nur Uran-235 (0,7 % des Natururans), sondern auch Uran-238 verwerten. Falls eine vollständige Umwandlung des gesamten Urans in Transurane mit nachfolgender Spaltung gelingt, könnte ein solcher Reaktor aus dem ungenutzten Uran-238 eines typischen abgebrannten LWR-Brennelements (ca. 1 Tonne) etwa 2,5 Jahre lang eine thermische Leistung von 1 Gigawatt gewinnen. Zudem soll der Dual Fluid Reaktor auch Thorium nutzen können. Damit würden die Kernbrennstoffressourcen der Erde über tausende von Jahren ausreichen.

Die Energieversorgung in Österreich



## Wasserkraftwerke

Die Wasserkraft zählt in Österreich zu den am meist genutzten Möglichkeiten, um Strom zu erzeugen. Sogenannte **Laufkraftwerke generieren** rund um die Uhr Strom, während **Speicherkraftwerke Energie speichern** und den Strom dann bereitstellen können, wenn er benötigt wird. Gibt es etwa aufgrund einer Flaute nur wenig Windstrom, kann die gespeicherte Energie sehr schnell in Elektrizität umgewandelt werden. Ist ein Stromüberschuss vorhanden, kann die Energie dazu genutzt werden, die Speicherseen erneut zu füllen. Das macht Speicherkraftwerke zu idealen Partnern für Windkraftanlagen.

Die Wasserkraft bildet das Herzstück der österreichischen Stromerzeugung und ist **für 60% der inländischen Stromerzeugung verantwortlich**.

Rund zwei Drittel des heimischen Stroms stammen aus Wasserkraft. Während die Potentiale der Großwasserkraft heute **zu 70% weitgehend** ausgebaut sind, liegen die zukünftig noch zu erschließenden Potentiale vor allem im Bereich der Kleinwasserkraft (Anlagen bis 10 MW Nennleistung) und im Bereich der Anlagenrevitalisierung. So decken Kleinwasserkraftwerke 10% des österreichischen Strombedarfs und sparen jährlich rund sechs Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> ein.

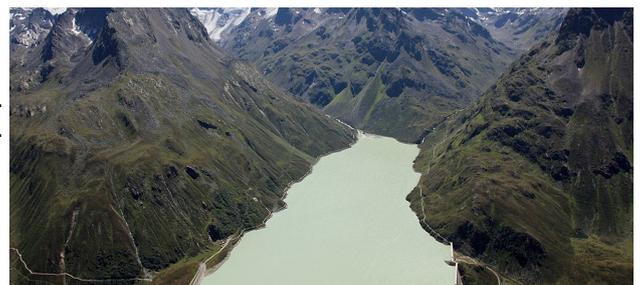
2019 erzeugten **rund 5.000 österreichische Wasserkraftanlagen, davon 4000 Kleinwasserkraftwerke** insgesamt fast 44.100 GWh sauberen Strom und sicherten damit die Energieversorgung.

Die **4000 Kleinwasserkraftwerke speisen ca. 6 Terawattstunden** Strom in das Stromnetz ein und versorgen mehr als 50% der Haushalte in Österreich.

Im Bundesländervergleich sind Steiermark, Kärnten und Tirol Spitzenreiter mit 81, 80 und 73 Kraftwerken, gefolgt von Oberösterreich (44), Vorarlberg (36), Salzburg (30), und Niederösterreich (15).

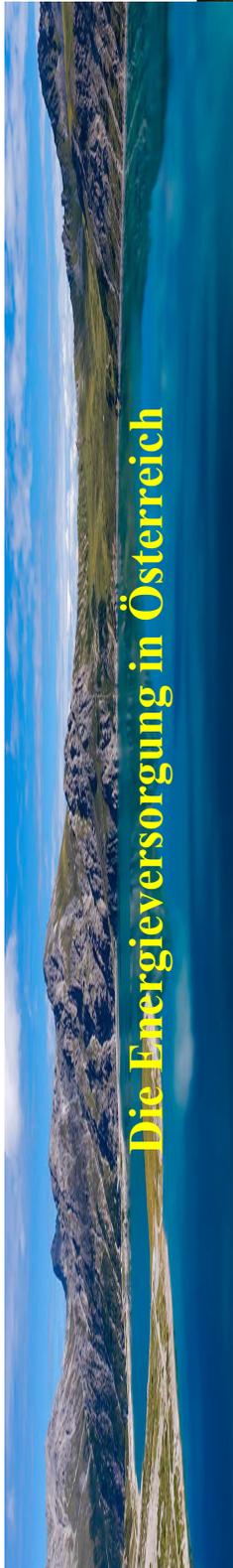
Im Jahr 2019 erzeugten die **österreichischen Speicherkraftwerke** mit einer Leistung von mehr als zehn Megawatt rund 13.700 Gigawattstunden Strom.

**5 TWh Wasserkraft müssen in Zukunft ausgebaut werden, um bis 2030 den Stromverbrauch zu 100% aus Erneuerbaren zu decken.**





Bericht Erich Malacek



Die Energieversorgung in Österreich

## Die Speicherkraftwerke

Elektrische Stromnetze können keine Energie speichern. Da es sowohl im Verbrauch als auch in der Bereitstellung von Strom zu Schwankungen kommt, dienen Speicherkraftwerke im Rahmen der Netzregelung der Bereitstellung von Regelleistung und Bedarfsreserven.

### Dazu gehören:

- Ausgleich von Verbrauchsschwankungen und Spitzenlasten je nach Tageszeit (Lastprofil),
- Ausgleich von zeitlichen und meteorologischen Schwankungen bei der Stromerzeugung durch Solaranlagen und Windkraftanlagen. Aufnahme von überschüssigem Strom,
- Ausgleich bei Netzstörungen oder dem Ausfall einzelner Kraftwerke,
- Vermeidung von Stromausfällen und Erleichterung des Hochfahrens von Kraftwerken nach einem Stromausfall. Viele Speicherkraftwerke sind schwarzstartfähig. Gibt es etwa aufgrund einer Flaute nur wenig Windstrom, kann die gespeicherte Energie sehr schnell in Elektrizität umgewandelt werden. Ist ein Stromüberschuss vorhanden, kann die Energie dazu genutzt werden, die Speicherseen erneut zu füllen. Das macht Speicherkraftwerke zu idealen Partnern für Windkraftanlagen.

Speicherkraftwerke sind technisch so gestaltet, dass sie in möglichst kurzer Zeit bedarfsmäßig elektrische Leistung liefern können. Batterie-Speicherkraftwerke und Schwungräder können innerhalb von Millisekunden Energie bereitstellen. Druckluft- und Pumpspeicherkraftwerke sind innerhalb weniger Minuten leistungsbereit. Der Leistungsbereich liegt je nach Anlage bei **einigen Kilowatt bis zu einigen 100 MW**, die Dauer der Bereitstellung kann zwischen **wenigen Minuten oder auch mehreren Stunden** liegen.



Beim Speicherwasserkraftwerk wird das Wasser eines Fließgewässers zu einem Stausee aufgestaut, aus dem es in Zeiten erhöhten Energiebedarfs abfließen und in einem Wasserkraftwerk elektrische Energie erzeugen kann. Durch einen natürlichen Zulauf füllt sich der Speicher von alleine wieder auf. Speicherkraftwerke, bei denen elektrische Energie aus dem Stromnetz in Schwachlastzeiten verwendet wird, um den Wasserspeicher mittels Pumpen aufzufüllen, werden Pumpspeicherkraftwerke genannt. Wasserkraftanlagen, die Fließgewässer kontinuierlich nutzen, werden als Laufwasserkraftwerke bezeichnet.



Pumpspeicherkraftwerke funktionieren wie Wasserspeicherkraftwerke. Zudem kann überschüssige elektrische Leistung aus dem Stromnetz gespeichert werden. Dazu wird Wasser aus niedriger Lage mit Pumpen in den höher gelegenen Speichersee gepumpt.



Bericht Erich Malacek

## Die Wasserlaufkraftwerke

Die bedeutendsten Laufkraftwerke liegen an der Donau. Wie viel Strom erzeugt werden kann, hängt von der Fallhöhe und der Wassermenge ab. In Österreich weisen die meisten Flüsse ein relativ starkes Gefälle auf, was die Nutzung der Wasserkraft begünstigt. Die ca. 150 Groß-Wasserkraftwerke (ein Großwasserkraftwerk weist eine Engpassleistung von über 10 Megawatt [MW] auf) in Österreich erzeugen ca. siebenmal so viel Strom wie die (geschätzten) 4.000 Kleinkraftwerke. Alleine die 9 Austrian Hydro Power-Wasserkraftwerke an der Donau erzeugen **ein gutes Drittel der gesamten Stromproduktion aus Großwasserkraft**.



Der Anteil der Klein-Wasserkraft beträgt **ca. 12,5%** an der gesamten Wasserkraft **7,2% am inländischen** Stromverbrauch

Kein anderes Bundesland verfügt über ein so großes Wasserreservoir wie Niederösterreich. Kleinwasserkraft wird hier seit langem genutzt und leistet einen überaus wertvollen Beitrag zur Ökostromerzeugung.

**Rund 617 anerkannte Kleinwasserkraftwerke**, sie liefern jährlich **ca. 510 Mio. kWh** Ökostrom ins öffentliche Netz, **versorgen ca. 145.000** Haushalte und vermeiden jährlich ca. 360.000 Tonnen CO<sub>2</sub> im Vergleich zur Stromproduktion mit fossilen Energieträgern (Quellen: E-Control, Kleinwasserkraft Österreich) Ein durchschnittliches ‚großes‘ Murkraftwerk erzeugt ca. 75 GWh (= 75 Millionen kWh) Strom. Ein durchschnittliches Donaukraftwerk der AHP erzeugt ca. 1.400 GWh Strom.



Jedes der 400 größten Kleinkraftwerke in der Steiermark erzeugt durchschnittlich knapp über 3 GWh Strom. Alle steirischen Kleinkraftwerke erzeugen zusammen weniger Strom als ein durchschnittliches Donaukraftwerk der AHP.

### 100 Prozent Strom aus Erneuerbaren als Ziel für 2030

Bis 2030 hat sich Österreich das Ziel gesetzt den Strombedarf auf das Jahr betrachtet zu **100 Prozent** aus erneuerbaren Energiequellen zu decken. Um das zu erreichen, braucht es künftig insgesamt **zusätzliche 27 TWh (Terawattstunden) Strom aus erneuerbaren Quellen, die Wasserkraft mit 5 TWh und Biomasse mit einer zusätzlichen Terawattstunde**.

Zu den bereits geplanten Wasserkraftwerken sind **148 derzeit in Bau oder seit kurzem in Betrieb**, was eine Gesamtzahl von 359 (geplanten und bereits realisierten) Wasserkraftprojekten ergibt. Diese Zahl stieg seit 2010 **jährlich um ca. 7,5%**.

Bei **58 der 359** erhobenen Kraftwerke, handelt es sich um Ausbauten an bestehenden Kraftwerksstandorten, **301 sind Neubauten**.



Bericht Erich Malacek

## Die 10 Laufkraftwerke an der Donau

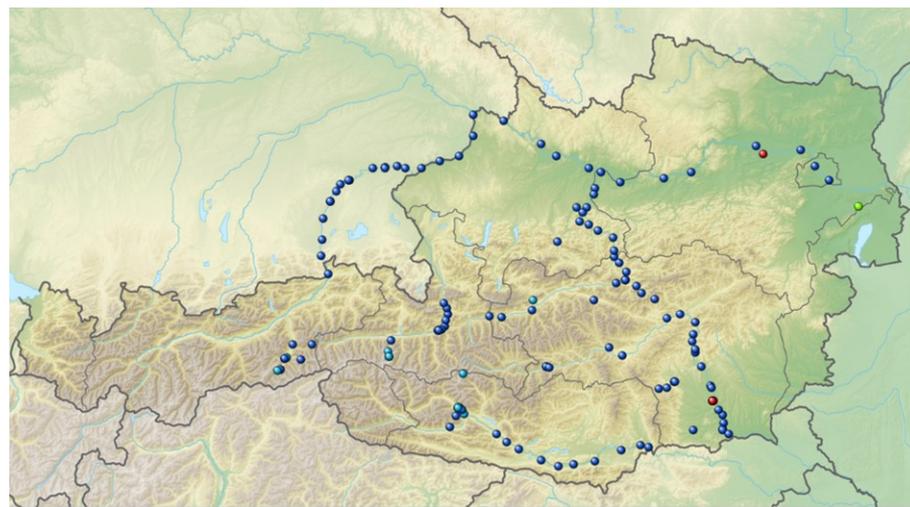
Österreich verfügt über ca. 100 Laufkraftwerke mit einer Leistung von jeweils mehr als 5 MW. Die bedeutendsten 10 Laufkraftwerke liegen an der Donau.

Rang	Name	Leistung in MW
1	Altenwörth <sup>[8][9]</sup>	328,0
2	Aschach <sup>[8][9]</sup>	324,0
3	Greifenstein <sup>[8][9]</sup>	293,0
4	Ybbs-Persenbeug <sup>[8][9]</sup>	236,5
5	Wallsee-Mitterkirchen <sup>[8][9]</sup>	210,0
6	Meik <sup>[8][9]</sup>	187,0
7	Ottensheim-Wilhering <sup>[8][9]</sup>	179,0
8	Freudenaus <sup>[1][9]</sup>	172,0
9	Abwinden-Asten <sup>[1][9]</sup>	168,0
10	Jochenstein <sup>[8][9]</sup>	132,0



Altenwörth ist das stärkste Kraftpaket an der Donau.

Von den 10 Donaukraftwerken gehören 8 dem Verbund. Das E-Werk Jochenstein ist im Besitz der Donaukraftwerk Jochenstein AG und wird von der Grenzkraftwerke GmbH betrieben. Das Kleinkraftwerk Nussdorf liegt beim Einlaufwehr des Donaukanals und wird von einer eigenen Betriebsgesellschaft (AHP, Wien Energie, EVN) betrieben.



Die Verbund-Kraftwerke

Die Donau, der zweit längste Fluss Europas, stellt die größte Energiequelle für die VERBUND Wasserkraftwerke in Bayern, Oberösterreich, Niederösterreich und Wien dar. Die Drau, als viertlängster Nebenfluss der Donau, ist liefert die Energie für die Wasserkraftwerke in Kärnten. In Salzburg dient die Salzach und in der Steiermark die Enns sowie die Mur als Energiequellen. In Bayern sind alle VERBUND Kraftwerke am Inn gelegen. Somit ist VERBUND einer der größte Stromerzeuger aus Wasserkraft in Europa. In Europa ist Österreich hinter Norwegen und Island an 3. Stelle.

Die Energieversorgung in Österreich



## Windparks

Bericht Erich Malacek

### 100 Prozent saubere Energie, ohne die Umwelt zu verschmutzen – das ist Windkraft.

Ende 2020 erzeugten **1.307 Windkraftanlagen** mit einer Gesamtleistung von **3.120 Megawatt** sauberen und umweltfreundlichen Strom für **rund 2 Mio. Haushalte**; das sind ungefähr 50 Prozent aller österreichischen Haushalte und sind gesamt **12 % des österreichischen Strombedarfs**.

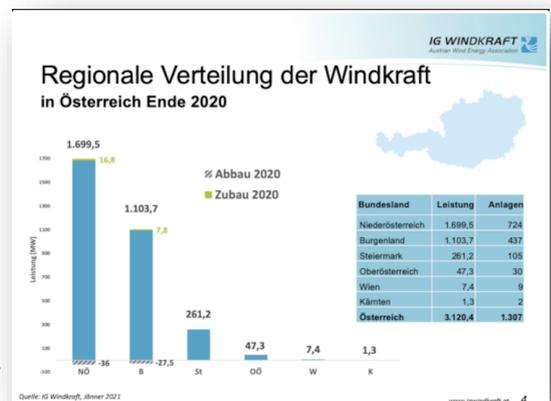


Mit dieser Windstrom-Produktion können jährlich 3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> vermieden werden. Ein einziges dieser modernen 3-MW-Windkraftwerke spart jährlich so viel CO<sub>2</sub> ein, wie 2.000 PKW in Summe ausstoßen. **Im Jahr 2021** wird die Ausbauphase der Windkraft verstärkt weitergehen,

dann werden nämlich rund **74 Windkraftanlagen** mit mehr als 315,4 Megawatt Leistung neu dazukommen. Die österreichische Windbranche wird damit in nur einem Jahr rund 460 Millionen Euro investieren und einen nachhaltigen Impuls für eine saubere Energiezukunft leisten.

Windkraftanlagen erzeugen überall kostenlos Strom, wo günstige Windverhältnisse herrschen. Strom aus Windenergie ist saubere Energie und wird ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen erzeugt. Windkraft eignet sich daher ideal für eine nachhaltige Energieversorgung. Bei der Stromerzeugung aus Windkraft entstehen weder Abgase noch Abwässer oder Abfälle. Letztendlich schafft der Einsatz von Windenergie Arbeitsplätze, sogenannte Green Jobs.

**Niederösterreich wies mit 724** die meisten Windkraftanlagen im Jahr 2020 (**mit 1,700 MW**) in Österreich auf und **versorgt 1,1 Mio Haushalte**. Insgesamt haben sowohl die Windkraftleistung als auch die Anzahl der Anlagen im Jahr 2020 zum ersten Mal in der österreichischen Geschichte abgenommen. Mit Tirol, Vorarlberg und Salzburg gibt es noch drei Bundesländer, in denen kein Windrad steht.

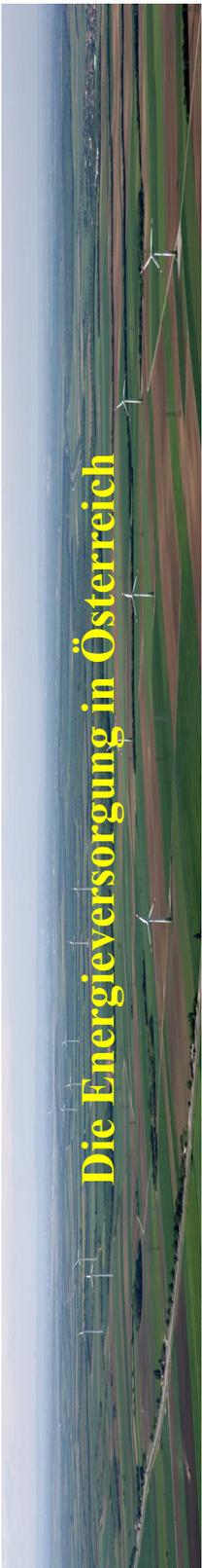


### Klimaziel für 2030

Um das festgelegte Klimaziel zu erreichen ist ein umfassender **Ausbau der Windkraft von 10 TWh dafür notwendig**. Das bedeutet eine **Verdopplung der derzeitigen Windkraftleistung**. Und dazu braucht es frischen Wind. In Österreich herrschen vielerorts hervorragende Windverhältnisse, die oftmals ungenutzt bleiben. Auch Wien Energie setzt auf den Windkraftausbau und wird die Anzahl seiner betriebenen Windkraftanlagen in den nächsten Jahren verdoppeln.

Mit einer Vervielfachung der Windstromproduktion von derzeit **6,5% auf 24% im Jahr 2030** des heimischen Stromverbrauchs, wird die Energiewende möglich. Bis zum Jahr 2022 könnte die Windkraft bereits **19 Prozent des Strombedarfs** decken.

Wenn auch **weiterer ein Zubau von Solar- und Windkraftanlagen** in Österreich möglich ist, löst er nicht alle Stromversorgungsprobleme. Trotz starkem Zubau ist die Stromerzeugung aus Wind und Sonne vergleichsweise gering geblieben. Bei einem **weiteren Zubau** wird es noch **mehr Schwankungen** in den Übertragungsnetzen geben. Denn wenn **kein Wind weht, stehen die Windräder still**, egal wie viele man noch aufstellt. Wenn aber die Sonne scheint und auch noch **viel Wind weht**, produzieren diese Anlagen **viel zu viel Strom**, den die Verbraucher nicht abnehmen können. Auch dies führt zur Instabilität der Übertragungsnetze, wenn es keine Möglichkeit gibt den überschüssigen Strom zu speichern.



Die Energieversorgung in Österreich



## Solarenergie

In Österreich liegt die jährliche mittlere Sonneneinstrahlung bei rund 1.000 kWh/m<sup>2</sup>. Dies ist mehr als die Hälfte der Intensität, die auf die Sahara trifft und entspricht einem Energiegehalt von jährlich rund 100 l Öl auf jeden Quadratmeter der Landesfläche gerechnet.

**Photovoltaik (PV)** spielt mit einem Anteil von rund *einem Prozent* im österreichischen Energiemix bislang eine kleine Rolle bei der Stromerzeugung. Das wird sich in den kommenden Jahren aber rasch ändern, da diese Energiequelle über ein enormes Ausbaupotenzial verfügt, das in Zukunft stärker genutzt werden soll.

2019 wurde ein zweigeteiltes Projekt mit **16 MW für 2020 angekündigt**. Damit gab es Ende 2019 noch keine Solarparks in Kraftwerksmaßstab in Österreich.



### Energieerzeugung aus Photovoltaik

*Im Jahr 2019 wurden in Österreich 6,1 Petajoule* durch Photovoltaikanlagen gewonnen. Im Jahr 2020 wurden in Österreich Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt 340.841 Kilowatt\* installiert. 2 % des Strombedarfs deckt PV derzeit in Österreich mit einer installierten Gesamtleistung von ca. 1440 MW.

Eine 5 kWp Anlage kann den Haushaltsstrombedarf in der Jahresbilanz meist decken. Dabei werden aber, vor allem in der Heizsaison, aus dem Netz - auch wenn eine Batterie vorhanden ist - relevante Mengen an Strom bezogen. Heizen mit eigenem PV-Strom ist also nur sehr bedingt möglich. Photovoltaik wird seit Jahren immer günstiger. Musste man Anfang 2006 für 1 kWp noch ca. 5.000 Euro bezahlen so liegt der Durchschnittspreis heute bei rund 2.000 Euro pro kWp.

Für 1 kWp (kilo-Watt-peak=Spitzenleistung) installierte Leistung werden ca. 8-10 qm Photovoltaikmodule benötigt. Pro kWp installierte Leistung erhält man ca. 800-950 kWh Strom pro Jahr. Ein besonders effizientes Modell ist die "5 kWp Viessmann - SMA Photovoltaikanlage". Sie benötigt eine Fläche von 35 bis 40 Quadratmetern und stammt von einem der weltweit führenden Herstellern für hochwertige Photovoltaikanlagen.

### Planung und Ausbau der Photovoltaik-Anlagen bis 2030

**Wien Energie** setzt auf die Kraft der Sonne. Wien Energie ist der größte Solarenergie-Betreiber Österreichs.

Bereits heute betreiben wir über 300 Solarkraftwerke mit einer Gesamtleistung von über 80 Megawatt.

**Bis 2030 werden wir 600 Megawatt Photovoltaik** installiert haben, damit können wir **250.000 Haushalte mit umweltfreundlicher Sonnenenergie** versorgen.



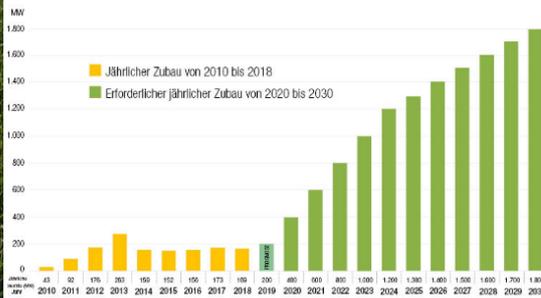
Wir bauen im Schnitt jede Woche Photovoltaikflächen so groß wie ein Fußballfeld.

Im Mai 2020 wurde das größte BürgerInnen-Solarkraftwerk Wiens am Wasserbehälter der MA13 in Unterlaa in Betrieb genommen. **Das größte Solarkraftwerk Österreichs** steht in der Schafflerhofstraße in **Wien-Donaustadt**. Die 11,45 Megawatt-Anlage produziert jährlich über 12 Gigawattstunden Sonnenstrom für 4.900 Wiener Haushalte.



## Solarenergie

PV-Zubau in Österreich 2010 - 2018 und erforderlicher Ausbau 2019 - 2030



chen wie Parkplätzen oder Industriegebieten.

Das Regierungsprogramm sieht vor, die Kapazitäten bis 2030 bundesweit **auf 13 GWp** installierte PV-Leistung zu erhöhen – das bedeutet mehr als eine **Versiebenfachung** der derzeit installierten Leistung. Eine Herkules-Aufgabe: Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Erzeugungskapazität **jedes Jahr um 1,1 GWp** ausgebaut werden. Das entspricht in etwa dem Zubau der **vergangenen sechs Jahre** zusammen. Erreicht werden könnte diese enorme Steigerung der Kapazitäten durch einen breiten Mix aus Anlagen auf Dächern von Wohn- und Industriegebäuden, Anlagen in der Freifläche – etwa als Bürgerbeteiligungsanlagen – sowie mit Anlagen auf bereits versiegelten Flä-

Wie viel Fläche ist insgesamt für die Umsetzung des Regierungsprogramms beim PV-Ausbau notwendig? Laut Photovoltaik Austria **benötigen 13 GWp installierte PV-Leistung etwa 88 km<sup>2</sup>, das entspricht nicht ganz der Fläche der Stadt Linz.**

Aktuell wird in Österreich **alle elf Minuten** eine Anlage montiert. "Wir bräuchten alle drei Minuten eine neu errichtete PV-Anlage, um die Klimaziele zu erreichen", betont Pospischil. "Umso wichtiger ist, dass keine Zeit mehr vertrödelt und ein sichtbarer Turbo gezündet wird."



Top-Gemeinden mit über 25 Photovoltaikanlagen pro 1.000 Einwohner sind etwa Illmitz im Burgenland, Wildendürnbach im Nordosten Niederösterreichs, Irschen in Kärnten oder Warth in Vorarlberg – in dieser kleinen Gemeinde verfügt jeder siebente Haushalt über eine Anlage, die aus Sonnenlicht elektrische Energie erzeugt. Die Gemeinde mit der höchsten installierten Leistung pro Kopf ist Mettersdorf in der Südsteiermark.

Die Gebäude-PV ohne bedeutende Änderung der Rahmenbedingungen bei weitem nicht ausreichen wird, um die mittelfristigen Ausbauziele zu erreichen. Die Potenziale auf Deponie- und Verkehrsflächen sind mit 0,3 TWh bzw. 1 TWh ebenfalls eher gering. Die Nutzung von Flächen-PV muss daher von Beginn an in ausgewogener Weise erfolgen und die Rahmenbedingungen für deren Nutzung entsprechend verbessert werden.



Der weitaus überwiegende Teil des jährlichen Anteils von Strom aus Photovoltaik-Anlagen an der Stromproduktion wird im Sommer und dann wiederum vor allem in wenigen Stunden um die Mittagszeit eingespeist, vorher und nachher ist der Anteil gering und nachts scheint die Sonne nie. Dies führt zu starken Schwankungen im Stromnetz und führt es immer wieder an die Grenzen der Übertragungskapazität.



## Fossil-thermische Kraftwerke

Bericht Erich Malacek

Um das österreichische Stromnetz auch bei längerfristigen Schwankungen und bei ungünstigen Wetterbedingungen zuverlässig im Gleichgewicht zu halten, gibt es in Österreich **flexible, hocheffiziente thermische Kraftwerke**. Für den Dauerbetrieb sind diese Anlagen mittlerweile zu teuer – da sie im Anfallsfall aber schnell gestartet werden können, bilden diese, zusammen mit den hochflexiblen Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken, ein wesentliches Element bei der Sicherung unserer Stromversorgung. **Fossile Energie wird aus Brennstoffen gewonnen, wie Braunkohle, Steinkohle, Torf, Erdgas und Erdöl.**



In Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung wird thermische Energie besonders effizient genutzt: Neben der **Stromerzeugung wird hier Wärme** erzeugt und den Kundinnen und Kunden als Fernwärme zur Verfügung gestellt. Moderne Anlagen erreichen einen Wirkungsgrad von fast 90 Prozent. Darüber hinaus wurde, dank modernster Technologien und Investitionen, der CO<sub>2</sub>-Ausstoß dieser Kraftwerke in Österreich stetig reduziert. Eine verbrauchernahe regionale Erzeugung trägt zudem zur Versorgungssicherheit und zur regionalen Wertschöpfung bei.

**Der geeignetste Kandidat dafür ist das Gaskraftwerk**, denn es ist spitzenlastfähig und kann schnell die nötige Ausgleichsenergie liefern. In nur 15 Minuten ist das Kraftwerk voll einsatzbereit. Gas- und Dampfturbinenkraftwerke sind dabei besonders effizient: In der Gasturbine entsteht bei der Erzeugung von Elektrizität Abwärme, die in der nachgeschalteten Dampfturbine weiterverwendet wird. Damit können über 80 % der im Ausgangsbrennstoff enthaltenen Energie genutzt werden. In Österreich sollen die **derzeit 59 Gaskraftwerke** weiter ausgebaut werden.

### Die größten thermischen Kraftwerke:

Name	Leistung Elektrisch in MWe	Leistung Thermisch in MWth
Gas- und Dampfkraftwerk Mellach	832	400
Kraftwerk Theiß	775	-
Kraftwerk Simmering 1	700	450
Gas- und Dampfkraftwerk Timelkam	405	-
Kraftwerk Simmering 3	365	350
Kraftwerk Dürnrohr 2	352	-
Dampfkraftwerk Donaustadt 3	347	250
Kraftwerk voestalpine Linz <sup>[22]</sup>	267	-
Fernheizkraftwerk Mellach <sup>[23]</sup>	246	230
Fernheizkraftwerk Linz-Mitte <sup>[24]</sup>	217	171
Fernheizkraftwerk Linz-Süd <sup>[25]</sup>	171	150
Kraftwerk Korneuburg 1	154	-
Heizkraftwerk der Raffinerie Schwechat <sup>[26]</sup>	120	
Heizkraftwerk Salzburg Mitte <sup>[27]</sup>	83,6	127
Kraftwerk Simmering 2	60	150
Heizkraftwerk Salzburg Nord <sup>[28]</sup>	13,7	49,5
Müllverbrennungsanlage Spittelau	6 <sup>[29]</sup>	460



Die Stromerzeugung und kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) in Bioenergieanlagen bildet ein bedeutendes Standbein der Bioenergieverwendung. **In etwa 140 Kraftwerken und KWK-Anlagen** auf Basis fester Biomasse, **rund 280 Biogasanlagen** sowie der Laugenverbrennung bei KWK-Anlagen der Papierindustrie werden **mehr als 6 Prozent** des österreichischen Stromaufkommens produziert. Knapp die Hälfte der Biomasse-Fernwärmeerzeugung basiert auf KWK-Anlagen. Insgesamt stellen Biomasse-KWK-Anlagen 20 Prozent der in Österreich erzeugten Fernwärme bereit.

Blockheizkraftwerke, kurz BHKW, sind kleine Kraftwerke, einzelne Häuser sowohl mit Wärme („heiz“), als auch mit Strom („kraft“) versorgen. Die Funktionsweise ist denkbar einfach: Beim Erzeugen von Strom durch das Verfeuern von Brennstoffen entsteht vor allem Wärme.



Die wichtigsten Prozesse auf dem Weg zu einer umweltfreundlichen Bioenergie nennen. Diese sind:

- Anbau und Ernte der Energiepflanzen/ Biomasse
- Verarbeitung der Biomasse zu Biogas, Biomethan, Biodiesel, Bioethanol, Pflanzenöl, Hack-schnitzeln oder Pellets
- Gewinnung von Strom, Wärme und Kälte aus der aufbereiteten Biomasse

**In einem Biomasseheizkraftwerk** werden organische Stoffe pflanzlicher und tierischer Herkunft verbrannt und in Strom und Wärme umgewandelt. Da Biomasse ein erneuerbarer, nachwachsender Rohstoff ist und damit zu den regenerativen Energien zählt, hat ein Biomasseheizkraft-

werk eine sehr gute Ökobilanz.

Bioenergie wird aus dem Rohstoff Biomasse, also aus Pflanzen, Bioabfällen, Holz oder Gülle gewonnen. Gasförmige Biomasse, sprich Biogas, wird durch die Vergärung von Bioabfällen, Nutzpflanzen wie Mais und pflanzlichen oder tierischen Reststoffen gewonnen.



**Das Kraftwerk Simmering ist – insgesamt – das größte Kraftwerk in Österreich** und dient der Bereitstellung von elektrischer Energie und Fernwärme. Es befindet sich im 11. Wiener Gemeindebezirk Simmering und wird von der Wien Energie betrieben.

Bei gleichzeitiger Abgabe von 37 MW Fernwärme können 16 MW elektrische Energie geliefert werden. Mit der erzeugten Energie werden 48.000 Haushalte mit Strom und 12.000

Haushalte mit Fernwärme versorgt.

Sie ist eine der modernsten und umweltfreundlichsten Anlagen Europas. Und produziert - energieeffizient und umweltschonend - Strom und Wärme. Riesige Gas- und Dampfturbinen, ein Biomassekraftwerk, zwei gigantische "Thermoskannen" und eine große Photovoltaik-Anlage warten darauf, besichtigt zu werden.



## Die Biomasseheizkraftwerke

Bericht Erich Malacek

### Strom aus Biogas

Feste Biomasse eignet sich vor allem zur Bereitstellung von Bandlast und Fernwärme, erneuerbares Gas kann auch zur Abdeckung von Spitzenlasten eingesetzt werden.

Bei der Stromerzeugung aus Biogas gilt es, **Flächenkonkurrenzen** zur Lebens- und Futtermittelproduktion zu vermeiden. Für die Landwirtschaft hat die **Lebensmittelproduktion höchste Priorität**. Beides – Lebensmittel- und Bioenergieproduktion – ist bei vorausschauendem Handeln nebeneinander möglich. Es braucht intelligente Konzepte, um die Produktion von Lebens- und Futtermitteln, Rohstoffen für die Industrie und von Biomasse für den Energiemarkt ohne große Verwerfungen auf den Märkten zu gewährleisten.

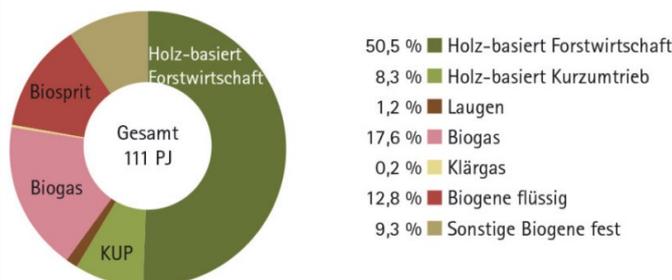
Ein nicht unerhebliches Potenzial für den weiteren Ausbau der Biogasnutzung liegt im Einsatz **von organischen Abfällen, Wirtschaftsdüngern, Zwischenfrüchten und Stroh**. Überall dort, wo der Einsatz in größeren Biogasanlagen logistisch möglich ist, sollte das erzeugte Biogas künftig vorwiegend in Richtung Treibstoffmarkt oder Einspeisung in das Gasnetz verwertet werden. Forscher der Johannes Kepler Universität Linz (JKU) gehen davon aus, dass bis 2050 sämtliche Haushalte in Österreich, die derzeit fossiles Erdgas verwenden, mit grünem Gas (Biogas oder synthetisches Methan) heizen könnten.



### Ausbaupotenziale bis 2030

Eine Potenzialabschätzung des Österreichischen Biomasse-Verbandes geht bis 2030 von einem realisierbaren **Bioenergiepotenzial von 340 PJ** aus; bis 2050 wäre ein Bioenergieeinsatz von etwa 450 PJ möglich. Bis 2030 könnte der Bruttoinlandsverbrauch von Bioenergie um **mehr als 110 PJ** ausgebaut werden. Etwas mehr als die Hälfte des Ausbaupotenzials stammt aus der Forstwirtschaft. Der Rest erschließt sich aus Landwirtschaft und Abfallwirtschaft. 8 % könnten durch Kurzumtriebsflächen bereitgestellt werden. Mit einem Anteil von 18 % am Ausbaupotenzial könnte Biogas seinen energetischen Einsatz gegenüber 2017 etwa verdreifachen. Voraussichtlich wird auch im Jahr 2030 der Wärmemarkt mit über 77 Prozent Anteil der dominierende Bioenergiemarkt sein.

Aktuell wird der Ausbau der Bioenergie nicht durch die Verfügbarkeit von Biomasse, sondern durch **die Aufnahmefähigkeit der Märkte** (Raumwärme, Verkehr, Strom, Fernwärme, ...) begrenzt. Dieses Bild wird auch durch mehrere in Österreich zur Verfügung stehende Studien zur Energiewende bestätigt.



Quelle: ÖBMV

**Der Wald ist und bleibt die bedeutendste Rohstoffquelle** für den Biomassesektor. Österreich verfügt derzeit über historisch hohe Holzvorräte; seit 1970 ist das Holzvolumen in Österreichs Wäldern um über 40 Prozent angewachsen. Es wird noch immer weniger Holz genutzt als zuwächst.

Der Holzeinschlag gemäß Holzeinschlagsmeldung erhöht sich von

19,6 Millionen Festmeter (Erntefestmeter inkl. Rinde) auf 29 Millionen Festmeter im Jahr 2030.